

# Передопераційне планування допоміжного штучного кровообігу під час коронарного шунтування на серці, яке працює, на підставі прогнозування інтраопераційних ускладнень



**О. О. Журба**

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», Київ

**Мета роботи** — поліпшити результати коронарного шунтування у хворих на ішемічну хворобу серця шляхом визначення показань до прямої реваскуляризації міокарда на серці, яке працює, в умовах паралельного кровообігу на підставі вивчення чинників ризику інтраопераційних ускладнень.

**Матеріали і методи.** Виконано ретроспективний аналіз історій хвороб 4068 пацієнтів, які у 2009—2013 рр. перенесли ізольоване коронарне шунтування на серці, яке працює, у відділенні хірургічного лікування ішемічної хвороби серця в Національному інституті серцево-судинної хірургії ім. М. М. Амосова НАМН України. Проаналізовано клініко-анамнестичні дані та показники інструментальних досліджень.

**Результати та обговорення.** Розвиток післяопераційних ускладнень найчастіше пов'язаний з інтраопераційними — нестабільною гемодинамікою, порушеннями серцевого ритму, ішемією міокарда, кровотечами та тромбозом шунтів, які є причиною конверсії на екстремий штучний кровообіг (ШК). Екстрена конверсія погіршує результати оперативних втручань. Оптимальним шляхом запобігання їй є доопераційне планування з визначенням контингенту хворих з великим ризиком інтраопераційних ускладнень. Ретельне доопераційне обстеження дає змогу виявити потенційні предиктори інтраопераційних ускладнень, а їх комплексна оцінка — оптимізувати визначення показань до допоміжного ШК, що дасть можливість запобігти екстремій конверсії шляхом обґрунтованого планування оперативного втручання.

**Висновки.** Запропонована регресійна модель імовірності розвитку інтраопераційних ускладнень — дієва допомога під час прийняття рішення щодо застосування допоміжного ШК під час коронарного шунтування.

**Ключові слова:** коронарне шунтування на серці, яке працює, допоміжний штучний кровообіг, інтраопераційні ускладнення, прогнозування.

Пряма реваскуляризація міокарда у хворих на ішемічну хворобу серця (ІХС) — коронарне шунтування (КШ) — можлива на серці, яке працює, в умовах штучного кровообігу (ШК) з кардіоплегією та на серці, яке працює, із застосуванням допоміжного ШК. КШ на серці, яке працює, дає змогу уникнути негативних ефектів ШК і кардіоплегії та більш економічне [1, 4]. Водночас під час КШ на серці, яке працює, в окремих випадках

виникає ситуація (від 2 до 22 %), що потребує конверсії — екстреного переходу на ШК, що значно погіршує результати операції [4, 6, 8, 11]. Тому останніми роками все більшого поширення набуває КШ в умовах допоміжного ШК без кардіоплегії, що полегшує технічні умови КШ, а це, своєю чергою, запобігає розвитку гемодинамічних та ішемічних розладів під час анастомозування коронарних артерій (КА) [7, 14].

Усі автори визнають екстремий перехід на ШК чинником, який негативно впливає на результати КШ, і пропонують методи запобігання шляхом визначення предикторів необхідності екстреної конверсії [5, 6, 9]. Більшість дослідників вважають, що запобігти екстремій конверсії можна шляхом удосконалення передопераційного планування

Стаття надійшла до редакції 31 травня 2018 р.

Журба Олег Олександрович, лікар-хірург серцево-судинний, головний позаштатний кардіохірург Черкаської області  
E-mail: [olegzhurba.heartsurgery@gmail.com](mailto:olegzhurba.heartsurgery@gmail.com)

© О. О. Журба, 2018

КШ з ретельним визначенням показань до планового ШК у конкретних пацієнтів, що є резервом для покращення безпосередніх результатів КШ.

Але у всіх проаналізованих публікаціях ми знайшли єдиний для всіх досліджень цієї проблематики підхід: екстрену конверсію на ШК розглядають як окрему подію, а визначення предикторів конверсії засновано на порівняльному аналізі вихідних показників у хворих з екстремим ШК та без ШК. Однак існує багато причин екстремної конверсії під час оперативного втручання (гемодинамічна нестабільність, порушення ритму, інтраопераційні кровотечі, технічні труднощі тощо), кожна з яких може мати різні провокативні чинники.

Тому ми вважаємо, що методологія визначення предикторів екстремної конверсії має бути заснована на таких принципах:

1) аналіз ускладнень, що виникають під час ШК на серці, яке працює, зокрема з необхідністю екстремної конверсії на ШК;

2) аналіз великої кількості результатів КШ в одному кардіоцентрі з пріоритетним вибором реваскуляризації на серці, що працює.

Вимогам проведення такого аналізу повністю відповідає Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М. М. Амосова НАМН України, де щорічно виконують у середньому 600–800 ізольованих КШ, причому майже в 95% хворих це втручання проводять на серці, яке працює [2].

**Мета роботи** — поліпшити результати коронарного шунтування у хворих на ішемічну хворобу серця шляхом визначення показань до прямої реваскуляризації міокарда на серці, яке працює, в умовах паралельного кровообігу на підставі вивчення чинників ризику інтраопераційних ускладнень.

## Матеріали і методи

Виконано ретроспективний аналіз історій хвороб 4068 пацієнтів, які у 2009–2013 рр. перенесли

ізольоване КШ на серці, що працює, у відділенні хірургічного лікування ІХС у Національному інституті серцево-судинної хірургії ім. М. М. Амосова НАМН України. У дослідження не залучали пацієнтів, яким були виконані додаткові кардіальні втручання (корекція клапанної патології, аневризми тощо), і хворих, у яких під час КШ зі ШК застосовували кардіоплегію.

Проаналізовано клініко-анамнестичні дані (стать, вік, особливості супутньої патології та основного захворювання, перенесені кардіальні втручання, показники ехокардіографії, перебіг операції та раннього післяопераційного періоду). Отримані дані оброблено із застосуванням методів описової та математичної статистики. Для розрахунків використано пакет статистичних програм IBM SPSS Statistics 21.0.

## Результати та обговорення

Протягом аналізованого періоду потреба в екстремній конверсії на ШК виникла у 82 (2,0%) хворих, КШ із плановим допоміжним ШК застосовано у 110 (2,7%) випадках. Аналіз безпосередніх результатів КШ залежно від застосування ШК подано в табл. 1.

Летальність хворих, що ввійшли в дослідження, становила 0,7%. У групі хворих без застосування ШК — 0,5%, у випадку планового застосування ШК — 2,4% ( $p > 0,05$  порівняно з групою КШ без застосування ШК), при екстремному застосуванні ШК — 7,3% ( $p < 0,001$  порівняно з групою КШ без застосування ШК та  $p = 0,128$  порівняно з групою з плановим ШК).

У значній кількості випадків розвиток післяопераційних ускладнень був пов'язаний з інтраопераційними — нестабільною гемодинамікою, порушеннями серцевого ритму та ішемією міокарда, які найчастіше виникали під час позиціонування серця та формування анастомозів, а також із кровотечами та тромбозом шунтів на тлі значних пато-

Т а б л и ц я 1

### Безпосередні результати коронарного шунтування залежно від застосування ШК

Післяопераційні ускладнення	Без ШК (n = 3876)	Планове ШК (n = 110)	Екстремне ШК (n = 82)	Разом
СН	155 (4,0%)	10 (9,1%)*	19 (23,2%)*#	184 (4,5%)
ГПМК	48 (1,2%)	2 (1,8%)	2 (2,4%)	52 (1,3%)
Дихальна недостатність	116 (3,0%)	8 (7,3%)*	11 (13,4%)*	135 (3,3%)
Ниркова недостатність	24 (0,6%)	3 (2,7%)*	4 (4,9%)*	31 (0,8%)
Фібриляція передсердь	701 (18,1%)	23 (20,9%)	18 (22,0%)	742 (18,2%)
ІМ	10 (0,3%)	—	4 (4,9%)*	14 (0,34%)
Інфекційні ускладнення	43 (1,1%)	4 (3,6%)*	8 (9,8%)*	55 (1,4%)
Померло протягом 30 діб	19 (0,5%)	2 (2,4%)	6 (7,3%)*	27 (0,7%)

\* Різниця щодо групи КШ без застосування ШК за критерієм  $\chi^2$  ( $p < 0,05$ ) статистично значуща.

# Різниця щодо групи КШ з плановим ШК за критерієм  $\chi^2$  ( $p < 0,05$ ) статистично значуща.

СН — серцева недостатність; ГПМК — гостре порушення мозкового кровообігу; ІМ — інфаркт міокарда.

морфологічних змін коронарних судин, внутрішньогрудної артерії та аорти (табл. 2).

Загалом клінічно значущі інтраопераційні ускладнення виникли у 423 (10,4%) хворих. Найчастіше під час операції з КШ виникала гемодинамічна нестабільність зі зниженням ефективності скоротливої функції серця з падінням системного артеріального тиску (АТ) та розвитком СН — вона зареєстрована у 285 (7,0%) пацієнтів. Слід зазначити, що в окремих випадках гемодинамічна нестабільність виникала в результаті порушень ритму та ішемії міокарда під час формування дистальних анастомозів. В інших хворих провідними залишалися ішемія міокарда (з елевацією сегмента ST на ЕКГ), що діагностована у 63 (1,5%) хворих, та порушення ритму, зареєстровані у 53 (1,3%) хворих. У 22 (0,5%) випадках під час оперативного втручання виникли ускладнення з боку анастомозів у вигляді кровотечі та/або тромбозу шунта) (табл. 2).

У 341 пацієнта (80,6% від загальної кількості пацієнтів з інтраопераційними ускладненнями) ці ускладнення вдалося корегувати медикаментозно або технологічно (дефібриляція, зміна позиціонування хворого тощо), але у 82 (19,4%) випадках ці заходи були неефективними й потребували застосування допоміжного ШК. У цій групі пацієнтів у 52 (63,4%) випадках спостерігали нестабільну гемодинаміку, у 13 (15,9%) — порушення ритму, у 15 (18,3%) — елевацію сегмента ST та у 2 (2,4%) — кровотечу. У структурі окремих інтраопераційних ускладнень найчастіше допоміжного ШК вимагали порушення ритму — 13 (24,5%) із 53 випадків та ішемія міокарда з елевацією сегмента ST — 15 (23,8%) із 63 випадків. При нестабільній гемодинаміці екстрений перехід на ШК застосовано у 52 (18,2%) з 285 випадків, при кровотечах екстрений ШК застосовано у 2 (8,4%) з 22 випадків.

У групі хворих з екстремим ШК інтраопераційні ускладнення настали в усіх випадках. Саме вони й були підставою для підключення допоміжного ШК, у тому числі з 82 хворих у 52 (63,4%) це була нестабільність гемодинаміки ( $\chi^2 = 0,52$ ;  $p = 0,471$  порівняно з хворими без ШК з ускладненнями), у 13 (15,9%) — порушення ритму ( $\chi^2 = 0,68$ ;  $p = 0,408$  порівняно з хворими без ШК з ускладненнями), у 15 (18,3%) — елевація сегмента ST ( $\chi^2 = 0,68$ ;

$p = 0,408$  порівняно з хворими без ШК з ускладненнями) та у 2 (2,4%) — кровотеча ( $\chi^2 = 0,96$ ;  $p = 0,328$  порівняно з хворими без ШК з ускладненнями). Тобто суттєвих відмінностей структури ускладнень між хворими, що перенесли КШ без ШК, і хворими з інтраопераційними ускладненнями, які потребували конверсії на ШК, не виявлено ( $p > 0,05$  при порівнянні частоти всіх ускладнень).

Крім того, в обох групах хворих ці ускладнення виникали за подібних обставин: в окремих випадках у процесі забезпечення операційного доступу (стернотомії, перикардіотомії, накладання тримачів та позиціонування серця), під час формування дистальних анастомозів (найчастіше на обвідній гілці (ОГ) лівої коронарної артерії (ЛКА), задній міжшлуночковій гілці (ЗМШГ) та латеральній гілці правої коронарної артерії (ПКА), рідше на *a. intermedia*) та під час тимчасового затискування КА для накладання дистального анастомозу. Тому логічним був подальший порівняльний аналіз вихідного фону у хворих залежно від наявності або відсутності інтраопераційних ускладнень та з плановим застосуванням ШК, що дало змогу виявити можливі предиктори інтраопераційних ускладнень і з'ясувати їх відносний ризик (ВР) в аспекті розвитку інтраопераційних ускладнень (табл. 3).

Встановлено, що наявність артеріальної гіпертензії збільшує ризик інтраопераційних ускладнень в 1,4 разу, хронічних обструктивних захворювань легень (ХОЗЛ) — в 1,7 разу, хронічної ниркової недостатності (ХНН) — у 3,7 разу, цукрового діабету (ЦД) — майже в 1,3 разу, ожиріння — в 1,75 разу, неврологічної патології — майже в 1,4 разу, ГПМК — у 4,4 разу, нестабільної стенокардії — майже в 1,7 разу, перенесені три та більше ІМ — майже в 7,6 разу, перенесений трансмуральний ІМ — майже у 2,7 разу, ішемічна кардіоміопатія — у 5,8 разу, СН ІВ—ІІІ стадії за класифікацією Стражеска — Василенка — у 8,7 разу, а СН ІІ та ІV функціонального класу (ФК) за NYHA — майже в 3,5 разу. Шлуночкові аритмії збільшували ризик у 1,6 разу, передсердні порушення ритму — майже у 3,7 разу, порушення провідності — у 2,5 разу, помірна або виразна недостатність мітрального клапана — у 5,2 разу, гіпертрофія лівого шлуночка (ЛШ) — у 4,8 разу, фракція викиду (ФВ) ЛШ менше 30% збільшувала

Т а б л и ц я 2

**Інтраопераційні ускладнення у пацієнтів, які перенесли ізольоване коронарне шунтування на серці**

Ускладнення	Без ШК (n = 3876)	Екстремне ШК (n = 82)	Разом (n = 4068)
Нестабільна гемодинаміка	233 (6,0%)	52 (63,4%)	285 (7,0%)
Порушення ритму	40 (1,0%)	13 (15,9%)	53 (1,3%)
Елевація сегмента ST	48 (1,2%)	15 (18,3%)	63 (1,5%)
Кровотеча	20 (0,5%)	2 (2,4%)	22 (0,5%)
Усього	341 (8,8%)	82 (100%)	423 (10,4%)

ризик виникнення ускладнень під час операції в 7,9 разу, менше 40 % — майже в 3,9 разу. У разі дифузного ураження судин ВР зростає у 7,9 разу, за наявності стенозу стовбура ЛКА на 70 % та більше — майже в 3,3 разу, ураження обвідної гілки ЛКА та її шунтування — майже у 2,3 разу, ЗМШГ ПКА — у 1,3 разу. Усі чинники впливали на ризик ускладнень статистично значуще (табл. 3).

Під час аналогічного аналізу, але з урахуванням лише випадків інтраопераційних ускладнень з необхідністю конверсії, ВР для окремих чинників змінився (табл. 4).

Значно збільшився ВР ожиріння, СН ІІВ—ІІІ стадії, зменшеної ФВ, перенесених трьох і більше ІМ, ішемічної кардіоміопатії, гіпертрофії міокарда, помірної або виразної недостатності мітрального клапана, дифузного ураження КА, стенозу стовбу-

ра ЛКА, терміновості операції, передсердних аритмій, у той час як ВР артеріальної гіпертензії (АГ), ЦД, неврологічної патології, шлуночкових аритмій, анастомозування ОГ ЛКА та ЗМШГ ПКА в цій групі був статистично незначущим. Також привертає увагу те, що вищі позиції за величиною ВР посідають показники, які визначають скорочувальну функцію серця — ФВ та не прямо — тяжкість СН за Стражеском — Василенком. Ці чинники мають найвагоміший вплив у групі хворих з екстреною конверсією на ШК — ВР вищий більш ніж утричі. Близькі до них за значенням стани, які прямо впливають саме на цю функцію: перенесені ІМ, дифузні ураження КА та ішемічна кардіоміопатія, значення яких також зростає майже в 3 рази у хворих з екстремим переходом на ШК. Високий ВР в обох групах мають недостатність мітрального

Таблиця 3

**Відносний ризик інтраопераційних ускладнень за наявності окремих клініко-анамнестичних показників**

Показник	ВР (95 % ДІ)
АГ	1,433 (1,140–1,800)
ХОЗЛ	1,704 (1,377–2,109)
ХНН	3,752 (2,608–5,398)
ЦД	1,278 (1,025–1,593)
Ожиріння	1,751 (1,429–2,146)
Неврологічна патологія	1,358 (1,106–1,668)
ГПМК	4,408 (3,616–5,373)
Нестабільна стенокардія	1,695 (1,294–2,221)
Перенесені три і більше ІМ	7,590 (6,405–8,995)
Трансмуральний ІМ	2,686 (2,180–3,309)
Перенесені кардіальні втручання	3,781 (2,254–6,342)
Ішемічна кардіоміопатія	5,801 (4,825–6,974)
СН ІІВ—ІІІ стадії	8,721 (7,541–10,085)
СН ІІІ та ІV ФК за NYHA	3,487 (2,928–4,151)
Шлуночкові аритмії	1,659 (1,287–2,139)
Передсердні аритмії	3,682 (2,970–4,565)
Порушення провідності	2,500 (1,856–3,366)
Помірна або виразна недостатність мітрального клапана	5,218 (4,334–6,281)
Гіпертрофія ЛШ	4,813 (3,952–5,863)
ФВ ЛШ < 30 %	7,927 (6,692–9,390)
ФВ ЛШ < 40 %	3,886 (3,229–4,676)
Терміновість операції	2,558 (2,019–3,242)
Дифузне ураження КА	7,525 (6,413–8,829)
Стеноз стовбура ЛКА $\geq$ 70 %	3,286 (2,715–3,976)
Анастомозування ОГ ЛКА	2,768 (1,693–2,776)
Анастомозування ЗМШГ ПКА	1,327 (1,055–1,670)

Таблиця 4

**Відносний ризик інтраопераційних ускладнень з необхідністю конверсії за наявності окремих клініко-анамнестичних показників**

Показник	ВР (95 % ДІ)
АГ	1,006 (0,6211–1,631)*
ХОЗЛ	2,228 (1,370–3,625)
ХНН	6,646 (2,866–15,410)
ЦД	0,618 (0,3211–1,190)*
Ожиріння	2,067 (1,279–3,340)
Неврологічна патологія	1,025 (0,5971–1,758)*
ГПМК	9,682 (6,166–15,202)
Нестабільна стенокардія	3,662 (2,205–6,082)
Перенесені три і більше ІМ	21,662 (13,721–34,200)
Трансмуральний ІМ	3,365 (2,024–5,595)
Перенесені кардіальні втручання	3,781 (2,254–6,342)
Ішемічна кардіоміопатія	16,620 (10,891–25,362)
СН ІІВ—ІІІ стадії	26,767 (17,632–40,633)
СН ІІІ та ІV ФК за NYHA	6,122 (4,007–9,353)
Шлуночкові аритмії	1,719 (0,9211–3,209)*
Передсердні аритмії	6,174 (3,716–10,258)
Порушення провідності	3,322 (1,641–6,725)
Помірна або виразна недостатність мітрального клапана	13,189 (8,588–20,254)
Гіпертрофія ЛШ	10,579 (6,682–16,748)
ФВ ЛШ < 30 %	27,699 (18,124–42,333)
ФВ ЛШ < 40 %	8,117 (5,293–12,448)
Терміновість операції	4,681 (2,829–7,745)
Дифузне ураження КА	20,037 (13,133–30,570)
Стеноз стовбура ЛКА $\geq$ 70 %	5,013 (3,182–7,899)
Анастомозування ОГ ЛКА	1,427 (0,8661–2,350)*
Анастомозування ЗМШГ ПКА	0,821 (0,4841–1,392)*

\* Статистично не значущі результати.



клапана та гіпертрофія ЛШ, причому у випадках екстреної конверсії на ШК значущість обох чинників зростає майже у 2,5 разу. Також більшу значущість у групі з екстреною конверсією мають терміновість операції та нестабільна стенокардія. Загалом майже всі проаналізовані чинники ризику інтраопераційних ускладнень мають досить високий прогностичний рівень, значення якого істотно зростає в групі з екстреною конверсією.

Про схожі чинники ризику повідомляють Z. Li та співавт. (2014). Як найбільш значущі доопераційні предиктори конверсії автори пропонують ІМ, ХОЗЛ, попередні ІМ, ФВ менше 50% [5]. M. Tabata та співавт. (2006) також відзначають роль мітральної регургітації та ХОЗЛ, особливо під час формування дистального анастомозу ОГ ЛКА [13]. D. Mukherjee та співавт. (2011) вважають важливим предиктором конверсії мітральну регургітацію на тлі ішемічної кардіоміопатії [9]. J. Lim та співавт. (2017), проаналізувавши багато клінічних, анамнестичних та лабораторних показників, статистично значущий зв'язок з конверсією знайшли тільки з перенесеним ІМ (p=0,025), дисліпідемією (p=0,018) та ХОЗЛ (p=0,024) [6]. J.-F. Legare та співавт. (2005) не виявили статистично значущого зв'язку конверсії з попередньо виконаним КШ, застійною СН, досвідом хірурга, зниженням ФВ та недавнім ІМ [4].

Комплексна оцінка наведених чинників ризику інтраопераційних ускладнень за допомогою методу бінарної логістичної регресії дала змогу розробити модель прогнозу з обчисленням вірогідності їх виникнення. У підсумкове рівняння ввійшли більшість визначених чинників ризику — ФВ ЛШ менше 30%; СН ІІВ—ІІІ стадії за Стражеском — Василенком; перенесені три і більше ІМ; дифузне ураження КА; ішемічна кардіоміопатія; помірна або виразна недостатність мітрального клапана; виразна гіпертрофія ЛШ; ГПМК або транзиторні ішемічні атаки (ТІА) в анамнезі; перенесені кардіальні втручання (КШ або стентування); передсердні аритмії; шлуночкові аритмії; СН ІІІ та ІV ФК за NYHA; стеноз стовбура ЛКА більше 70%; анастомозування ОГ ЛКА; перенесений трансмуральний ІМ; екстреність операції; порушення провідності; ожиріння; ХОЗЛ (табл. 5).

Підсумкове рівняння регресії для прогнозування ускладнень під час КШ на серці, яке працює, має такий вигляд:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (1),$$

де  $z = -7,062 + 1,686 \cdot x_1 + 0,338 \cdot x_2 + 2,743 \cdot x_3 + 3,876 \cdot x_4 + 1,373 \cdot x_5 + 3,968 \cdot x_6 + 1,735 \cdot x_7 + 1,537 \cdot x_8 + 1,435 \cdot x_9 + 0,862 \cdot x_{10} + 1,320 \cdot x_{11} + 1,862 \cdot x_{12} + 1,796 \cdot x_{13} + 0,566 \cdot x_{14} + 0,914 \cdot x_{15} + 1,106 \cdot x_{16} + 0,600 \cdot x_{17} + 1,447 \cdot x_{18} + 1,896 \cdot x_{19}$ .

Найвагомішими предикторами інтраопераційних ускладнень виявилися виразна гіпертрофія

ЛШ, дифузне ураження КА та перенесені три і більше ІМ (коефіцієнти регресії більше 2,5), менш вагомими — недостатність мітрального клапана, стеноз стовбура ЛКА, анастомозування ОГ ЛКА, ГПМК або ТІА в анамнезі, ФВ менше 30% та перенесені кардіальні втручання (коефіцієнти регресії від 1,5 до майже 1,9); порушення провідності, передсердні аритмії, ішемічна кардіоміопатія, СН ІІІ та ІV ФК за NYHA та ожиріння мали коефіцієнти регресії від 1,0 до 1,5, усі інші показники мали коефіцієнти регресії менше 1,0.

Аналіз коефіцієнтів регресії окремих чинників свідчить про значний вплив технічних труднощів під час КШ на серці, яке працює, що виникають за наявності виразної гіпертрофії ЛШ, дифузного ураження КА, під час формування анастомозу ОГ ЛКА. Наявність цих ознак у пацієнтів зі зниженою скорочувальною функцією ЛШ призводить до гемодинамічної нестабільності під час операції. Прогноз у таких випадках ще більше погіршується за наявності мітральної недостатності, яка сприяє розвитку мітральної регургітації та ожиріння, що

Т а б л и ц я 5

**Показники регресійного рівняння для прогнозування інтраопераційних ускладнень під час ізольованого КШ на серці, яке працює, у хворих на ІХС**

Показник	Коефіцієнт регресії	Показник Вальда	Рівень значущості
$x_1$ ФВ ЛШ менше 30%	1,686	10,346	0,001
$x_2$ СН ІІВ—ІІІ стадії	0,338	6,597	0,010
$x_3$ Перенесені три і більше ІМ	2,743	54,118	0,000
$x_4$ Дифузне ураження КА	3,876	204,747	0,000
$x_5$ Ішемічна кардіоміопатія	1,373	19,283	0,000
$x_6$ Виразна гіпертрофія ЛШ	3,968	249,539	0,000
$x_7$ ГПМК або ТІА в анамнезі	1,735	55,000	0,000
$x_8$ Перенесені кардіальні втручання	1,537	79,750	0,000
$x_9$ Передсердні аритмії	1,435	35,434	0,000
$x_{10}$ Шлуночкові аритмії	0,862	12,100	0,001
$x_{11}$ СН ІІІ та ІV ФК за NYHA	1,320	53,549	0,000
$x_{12}$ Стеноз стовбура ЛКА	1,862	90,478	0,000
$x_{13}$ Анастомозування ОГ ЛКА	1,796	69,564	0,000
$x_{14}$ Трансмуральний ІМ	0,566	5,691	0,017
$x_{15}$ Екстреність операції	0,914	14,191	0,000
$x_{16}$ Ожиріння	1,106	36,813	0,000
$x_{17}$ ХОЗЛ	0,600	9,242	0,002
$x_{18}$ Порушення провідності	1,447	25,255	0,000
$x_{19}$ Недостатність мітрального клапана	1,896	59,993	0,000
Константа	-7,062	395,606	0,000

також може збільшити технічні труднощі під час операції. Значення інших чинників ризику пояснюються їх впливом на механізми регуляції, локальний та регіональний кровоплин, які також мають значення в поєднанні з іншими факторами.

За результатами розрахунку розвиток ускладнень подано як імовірність: якщо вона більша 50 % — прогноуються інтраопераційні ускладнення. У таких випадках необхідно розглядати КШ на серці, яке працює, в умовах допоміжного ШК як операцію вибору, але можливо розглядати також такі варіанти:

1) КШ на серці, яке працює, з повністю підготовленим апаратом ШК, який підключається в разі потреби під час операції;

2) КШ на серці, яке працює, із запланованим ШК — допоміжний ШК починається на початку операції.

Кінцеве рішення щодо варіанта застосування ШК залишається за хірургом, але чим ближче ймовірність ускладнень до 100 %, тим більш показаний запланований ШК. В інших випадках позитивного прогнозу доцільно мати повністю підготовлений апарат ШК, тому що в разі виникнення ускладнень, особливо за гострої СН під час операції, необхідно максимально скоротити підключення ШК. Втрата часу на підготовку та підключення ШК призводить до поглиблення ішемічних, а потім реперфузійних уражень та погіршує результати операції.

За подібним принципом побудовано й інші загальновідомі прогностичні моделі, зокрема EuroSCORE, EuroSCORE II та STSriskmodels. Але EuroSCORE II не враховує окремі клінічно значущі чинники (ожиріння, кількість анастомозів, ураження КА, супутню патологію, крім стенозів внутрішньої сонної артерії, тощо). Наша модель оцінює вік, стать, кліренс креатиніну, екстракардіальні артеріопатії, зниження мобільності за рахунок скелетно-м'язової або неврологічної патології, перенесені кардіохірургічні втручання, ХОЗЛ, активний ендокардит, критичний передопераційний стан, інсулінозалежний ЦД, ФК за NYHA, ФК стенокардії, ФВ ЛШ, ІМ протягом 90 днів перед операцією, легенеvu гіпертензію, ургентність, обсяг втручання (з урахуванням додаткових операцій), хірургію грудної аорти [10]. STS risk models враховує тип операції, вік, стать, расу хворого, антропометричні показники, ФВ, СН, кардіальну симптоматику, перенесені ІМ, аритмії, ХОЗЛ, цереброваскулярні захворювання, захворювання периферичних артеріальних судин, ЦД, АГ, перенесені кардіальні втручання, клапанні вади та інші показники. Їх перелік близький до визначених нами, але вона оцінює ймовірність післяопераційних подій — летальність та ймовірність післяопераційних ускладнень (ГПМК, інфекцій, ниркової недостатності, реоперації, прогнозовану тривалість госпіталізації) [12].

Відмінність запропонованої нами моделі полягає в тому, що в її основі лежить аналіз інтраопераційних станів, зокрема тих, які стають причиною екстреної конверсії на ШК. Водночас вона також має обмеження:

1) модель побудована на ретроспективному аналізі, що знижує рівень її доказів;

2) матеріал дослідження зібраний в одному кардіоцентрі, але операції виконано не однією бригадою;

3) використані в моделі показники наведено в дихотомічному вигляді (є чи немає), хоча на практиці вони мають кілька градацій;

4) модель призначена для прогнозування інтраопераційних ускладнень і в такому вигляді не може застосовуватися для прогнозування післяопераційних наслідків.

Застосування запропонованої моделі дало змогу отримати правильний прогноз у 94,7 % випадків із чутливістю 84,3 % і специфічністю 95,6 %. Але слід враховувати, що застосування її в інших закладах може мати інші результати, тому що не враховано організаційні, технологічні (анестезіологічне та перфузійне забезпечення, застосування пристроїв для позиціонування тощо), суб'єктивні (професіоналізм хірурга, який оперує, та інших членів бригади, прихильність і досвід виконання КШ на серці, яке працює, тощо) аспекти.

Узагальнюючи отримані результати, слід зазначити, що КШ на серці, яке працює, в умовах ШК є ефективним варіантом реваскуляризації у чітко визначеного контингенту хворих. Ретельне доопераційне обстеження дає змогу виявити потенційні предиктори інтраопераційних ускладнень, а їх комплексна оцінка — оптимізувати визначення показань до допоміжного ШК, що дозволить запобігти екстреній конверсії шляхом обґрунтованого планування оперативного втручання.

Перспективою подальших досліджень є розширення переліку інформативних показників (клінічних, інструментальних, зокрема даних ЕКГ, добового моніторування ЕКГ, ехокардіографії, коронарорентрикулографії, навантажувальних тестів, а також результатів лабораторних досліджень, наприклад, показників ліпідного обміну, метаболізму, біомаркерів ушкодження міокарда та інших органів). Створення відповідних госпітальних баз та програмного забезпечення великих масивів інформації дасть змогу досягти найвищого рівня отримання та обробки даних.

## Висновки

У разі застосування штучного кровообігу в плановому або в екстреному порядку статистично значуще збільшується частота післяопераційних ускладнень (серцевої, дихальної, ниркової недостатності та інфекційних ускладнень, гострого порушення мозкового кровообігу та порушень ритму).

У хворих з екстреною конверсією на штучний кровообіг зареєстровано збільшення частоти ускладнень порівняно з групою хворих із плановим застосуванням штучного кровообігу. У цій групі спостерігали також найвищу летальність, що свідчить про тяжкий перебіг післяопераційного періоду при коронарному шунтуванні з допоміжним штучним кровообігом, особливо в разі екстреного його застосування.

Перспективним напрямком запобігання випадкам екстреної конверсії є ретельне передопераційне планування з докладною оцінкою можливих чинників ризику інтраопераційних ускладнень.

*Конфлікту інтересів немає.*

Запропонована регресійна модель імовірності розвитку інтраопераційних ускладнень є дієвою допомогою під час прийняття рішення щодо застосування допоміжного штучного кровообігу під час коронарного шунтування: за ймовірності інтраопераційних ускладнень менше 50% можливе виконання коронарного шунтування на серці, яке працює, без штучного кровообігу; за ймовірності ускладнень від 50 до 75% під час коронарного шунтування на серці, яке працює, доцільно підготувати апарат штучного кровообігу; за ймовірності більше 75% варто виконувати коронарне шунтування із застосуванням допоміжного штучного кровообігу.

## Література

1. Руденко А. В., Урсуленко В. И., Купчинский А. В. Хирургическая реваскуляризация миокарда на работающем сердце у больных ишемической болезнью сердца // Патология кровообращения и кардиохирургия. — 2006. — № 1. — С. 21–25.
2. Руденко А. В., Урсуленко В. И., Купчинский А. В. 10 тысяч операций коронарного шунтирования на работающем сердце (опыт одной клиники) // Вісник серцево-судинної хірургії. — 2016. — Вип. 1.
3. Тунгусов Д. С., Чернов И. И., Уртаев Р. А. и др. Коронарное шунтирование у пожилых пациентов // Анналы хирургии. — 2012. — № 2. — С. 51–56.
4. Legare J. — F., Buth K. J., Hirsch G. M. Conversion to on pump from OPCAB is associated with increased mortality: results from a randomized controlled trial // Eur. J. Cardiothorac. Surg. — 2005. — 27. — P. 296–301.
5. Li Z., Amsterdam E. A., Danielsen B. et al. Intraoperative conversion from off-pump to on-pump coronary artery bypass is associated with increased 30-day hospital readmission // Ann. Thorac. Surg. — 2014. — 98. — P. 16–22.
6. Lim J., Lee W. Y., Ra Y. J. et al. Analysis of Risk Factors for Conversion from Off-Pump to On-Pump Coronary Artery Bypass Graft // Korean J. Thorac. Cardiovasc. Surg. — 2017. — 50. — P. 14–21 Available online: <https://doi.org/10.5090/kjtc.2017.50.1.14>
7. Mohammed F. Coronary artery bypass surgery with on-pump beating-heart technique // Asian Cardiovasc. Thorac. Ann. — 2007. — 15. — P. 392–395.
8. Mujanović E., Bergsland J., Stanimirović-Mujanović S., Kabil E. Management of conversions to cardiopulmonary bypass in beating heart coronary surgery // Bosnian Journal Of Basic Medical Sciences. — 2008. — 8(3). — P. 266–269.
9. Mukherjee D., Ahmed K., Baig K. et al. Conversion and safety in off-pump coronary artery bypass: a system failure that needs re-emphasis // Ann. Thorac. Surg. — 2011. — 91. — P. 630–639.
10. Nashef S. A. M., Roques F., Sharples L. D. et al. EuroSCORE II // Eur. J. Cardiothorac. Surg. — 2012. — 41. — P. 734–745.
11. Novitzky D., Baltz J. H., Hattler B. et al. Outcomes after conversion in the Veterans Affairs randomized on versus off bypass trial // Ann. Thorac. Surg. — 2011. — 92. — P. 2147–2154.
12. Online STS adult Cardiac Surgery Risk Calculator. Available on line: <http://riskcalc.sts.org/stswebriskcalc/#/>.
13. Tabata M., Takanashi S., Horai T. et al. Emergency conversion in off-pump coronary artery bypass grafting. Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery. — 2006. — 5. — P. 555–559. Available online: [www.icvts.org/doi:10.1510/icvts.2006.128884](http://www.icvts.org/doi:10.1510/icvts.2006.128884)
14. Ueki C., Sakaguchi G., Akimoto T. et al. On-pump beating-heart technique is associated with lower morbidity and mortality following coronary artery bypass grafting: a meta-analysis // Eur. J. Cardiothorac. Surg. — 2016. — 50. — P. 813–821.

## Предоперационное планирование вспомогательного искусственного кровообращения при коронарном шунтировании на работающем сердце на основании прогнозирования интраоперационных осложнений

О. А. Журба

ГУ «Национальный институт сердечно-сосудистой хирургии имени Н. М. Амосова НАМН Украины», Киев

**Цель работы** — улучшить результаты коронарного шунтирования у больных ишемической болезнью сердца путем определения показаний к прямой реваскуляризации миокарда на работающем сердце в условиях параллельного кровообращения на основании изучения факторов риска интраоперационных осложнений.

**Материалы и методы.** Выполнен ретроспективный анализ историй болезней 4068 пациентов, в 2009–2013 гг. перенесших изолированное коронарное шунтирование на работающем сердце в отделении хирургического лечения ишемической болезни сердца в Национальном институте сердечно-сосудистой хирургии им. Н. М. Амосова НАМН Украины. Проанализированы клинико-anamnestические данные и показатели инструментальных исследований.

**Результаты и обсуждение.** Развитие послеоперационных осложнений часто связано с интраоперационными — нестабильной гемодинамикой, нарушениями сердечного ритма, ишемией миокарда, кровотечениями и тромбозом шунтов, которые являются причиной экстренной конверсии на искусственное кровообращение (ИК). Экстренная конверсия значительно ухудшает результаты оперативного вмешательства. Оптимальным путем ее предупреждения является предоперационное планирование с выявлением больных с высоким риском развития интраоперационных осложнений. Тщательное дооперационное обследование позволяет выявить потенциальные предикторы интраоперационных осложнений, а их комплексная оценка — оптимизировать определение показаний к вспомогательному ИК, что позволит предотвратить экстренную конверсию путем обоснованного планирования оперативного вмешательства.

**Выводы.** Предложенная регрессионная модель вероятности развития интраоперационных осложнений является действенной помощью при принятии решения о применении вспомогательного ИК при коронарном шунтировании.

**Ключевые слова:** коронарное шунтирование на работающем сердце, вспомогательное искусственное кровообращение, интраоперационные осложнения, прогнозирование.

## Preoperative planning of on-pump beating-heart coronary artery bypass grafting based on prediction of intraoperative complications

O. O. Zhurba

SI «M.M. Amosov National Institute of Cardiovascular Surgery of NAMS of Ukraine», Kyiv

**The aim** — to improve the results of coronary artery bypass grafting in patients with ischemic heart disease by determining indications for direct myocardial revascularization on a beating-heart in conditions of parallel blood circulation based on the study of risk factors of intraoperative complications.

**Materials and methods.** A retrospective analysis was performed of case histories of 4068 patients who underwent an isolated coronary artery bypass grafting on a working heart in 2009–2013 in the department of surgical treatment of coronary artery disease in M. M. Amosov National Institute of Cardiovascular Surgery. Were analyzed clinical-anamnestic and instrumental data.

**Results and discussion.** Postoperative complications were frequently associated with intraoperative — unstable hemodynamics, cardiac rhythm disturbances, myocardial ischemia, bleeding and thrombosis of shunts, which are the cause of an emergency on-pump conversion. Emergency conversion significantly worsens the results of surgical intervention. The optimal way of its prevention is preoperative planning with the identification of patients with a high risk of intraoperative complications. A thorough pre-operative examination allows to identify potential predictors of intraoperative complications, and their complex evaluation makes it possible to optimize the definition of indications to on-pump beating-heart coronary artery bypass grafting, which will prevent an emergency conversion by reasonable planning of surgery.

**Conclusions.** The proposed regression model of the probability of development of intraoperative complications is an effective help in deciding on the use of on-pump beating-heart coronary artery bypass grafting.

**Key words:** on-pump beating-heart coronary artery bypass grafting, auxiliary artificial circulation, intraoperative complications, forecasting.